



TITLE:

Studies on colloidal and emulsifying
properties of naturally-derived molecular
assemblies(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Ishii, Toya

CITATION:

Ishii, Toya. Studies on colloidal and emulsifying properties of naturally-derived molecular assemblies. 京都大学, 2019, 博士(農学)

ISSUE DATE:

2019-03-25

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k21811>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開; 許諾条件により本文は2021-01-20に公開; 許諾条件により要約は2020-03-01に公開

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	石井 統也
論文題目	Studies on colloidal and emulsifying properties of naturally-derived molecular assemblies (天然由来の分子集合体のコロイド特性および乳化特性に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>ドレッシングなどの加工食品の多くは、水中に油滴が分散した乳化物であり、その油滴の表面は両親媒性の分子に覆われている。食品に使用される両親媒性分子としては、合成の界面活性剤や、乳タンパク質、卵黄などの動物由来のタンパク質が主流であるものの、消費者の合成添加物への抵抗感、また動物性素材の生産効率の低さを考えると、今後は、生産効率の高い植物や微生物に由来する素材への転換が求められる可能性がある。しかし、植物や微生物に由来する既存の素材は、必ずしも十分な乳化機能を有するとはいえず、新規な素材の探索が必要とされる。</p> <p>優れた乳化素材の一つである卵黄に着目すると、油を乳化する際に主たる機能を担っているのは、中性脂質やリン脂質、膜タンパク質からなる集合体であるリポタンパク質である。主要な作物の一つである大豆の種子中にも、同様な構造の分子集合体であるオイルボディが存在しており、卵黄リポタンパク質と同様の優れた乳化作用を示す可能性がある。</p> <p>一方、近年、高分子化学の分野では、合成高分子からなる分子集合体を界面安定化に用いる研究が盛んに行われている。しかしながら、天然物への志向が強い食品分野では、まだこの概念は積極的に取り入れられてはいない。</p> <p>そこで本研究では、天然物中に存在している分子集合体として大豆オイルボディを、天然由来の高分子から作製した分子集合体として多糖類マイクロゲルを取り上げ、これらのコロイド特性および乳化特性を明らかにすることを目的とした。</p>			
<p>第1章では、大豆からオイルボディを抽出する時の液性を変えることにより、種子貯蔵タンパク質が表面に結合したオイルボディ（以下OBC）およびそれらがほとんど結合していないオイルボディ（以下OB）を調製した。粒子径測定の結果、OBCと比較して、OBには凝集物が少なく、単一な大きさの粒子で構成されていることが示された。界面張力測定の結果、OBCよりもOBの方が油水界面張力をより大幅に低下させたことから、OBはより緻密に油水界面に吸着することが明らかとなった。油水界面吸着層のレオロジー特性解析により、OBCとOBはいずれも弾性支配的な吸着層を形成することが示された。次に、OBCおよびOB分散液に対して油を加えて均質化し、それぞれ乳化物（OBC-EおよびOB-E）を調製した。経時的な粒子径測定を行った結果、保存中の油滴の合一に対してより安定なのはOB-Eであることが示された。これらの結果から、OBの方が、より優れた乳化機能を有することが明らかとなった。</p>			
<p>第2章では、ドレッシングなどの加工食品を製造する場合を想定し、pH 4.0～5.5または7.0、NaCl濃度が0～100 mMとなるように調整した各緩衝液にOBを分散させ、以下の各測定に供した。粒子径測定およびゼータ電位測定の結果、NaCl濃度が0 mMの場合には、pH依存的な凝集の形成やゼータ電位の変化が顕著にみられたが、NaCl濃度の上昇とともにこれらの変化は抑制された。これは、イオン強度がごく低い状態から上昇した際に生じる塩溶効果および遮蔽効果によるものと推測された。界面張力測定の結果、全ての条件においてOBは油水界面に吸着すること、またpH 4.0においては、</p>			

その他のpH値の場合と比較して吸着が遅いことが明らかとなった。このpH依存的な吸着挙動の変化は、NaCl濃度が低い場合に顕著であった。次に、各OB分散液に油を加えて均質化することで乳化物を調製した。得られた乳化物の経時的な粒子径測定により、pH 4.0、NaCl濃度0 mMの分散液を用いて調製した乳化物は、油滴の合一が生じやすいが、NaCl濃度の上昇によって合一に対する安定性が向上することが示された。

第3章では、多糖類に優れた乳化作用を付与することを目的とし、寒天およびカードラン、ジェランガムの3種類の多糖類をそれぞれ用い、希薄な条件下でゲル化させる、またはマクロなゲルを微細化するという2種類のアプローチでマイクロゲルを作製した。微細構造観察および粒子径測定の結果、寒天とカードランの場合はミクロン径の粒子を、ジェランガムの場合はサブミクロン径の粒子を形成することが示された。マイクロゲルの表面疎水性測定の結果、カードランのみが特徴的に高い表面疎水性を示した。次に、マイクロゲル分散液に大豆油を加えて均質化することにより乳化物の調製を試みた。均質化直後の外観観察から、寒天およびカードランマイクロゲルは乳化能を有するのに対し、ジェランガムマイクロゲルには十分な乳化能がないことが明らかとなり、マイクロゲル粒子の大きさが、乳化機能の有無を決定する最も支配的な要因であることが示された。静的条件下での保存試験では、いずれの乳化物も油滴の合一に対して安定であったものの、遠心分離による強制不安定化試験では、カードランマイクロゲルを用いて調製した乳化物のみ合一による油の分離がみられなかった。これは、表面疎水性の高いカードランマイクロゲルが油滴と強く相互作用し、強固な吸着層を形成したためであると考えられた。

注)論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

ドレッシング等の乳化食品は、主に合成界面活性剤や乳タンパク質や卵黄などの動物由来の素材を用いて油を乳化することで製造されている。消費者は合成添加物の使用に大きな抵抗感を示す。また、動物性素材は、植物や微生物資源を原料とした場合に比べ生産効率が低く、将来の安定的な食料供給に不安が残る。そこで、従来の素材と同様あるいはそれ以上の乳化機能を有する素材を、植物や微生物を原料として開発することが求められている。本論文は、植物や微生物などの環境負荷の低い素材に由来する分子集合体に着目し、その例として大豆オイルボディや多糖類ミクロゲルをとりあげ、それらの乳化機能を検証したものである。評価される点は以下の通りである。

1. 卵黄の主成分であるリポタンパク質と大豆種子中の構造体であるオイルボディとの類似性に着目し、オイルボディが油を乳化する素材として活用し得ることを明らかにした。また、種子からの抽出方法を変えることにより、その乳化機能をより高めることが可能であることを示した。
2. 加工食品の製造に頻繁に使用される酢酸や塩化ナトリウムが、オイルボディのコロイド特性や乳化特性に与える影響を体系的に明らかにした。また、オイルボディ粒子の凝集状態や分散液中での荷電状態が、油水界面への吸着挙動を大きく左右することを示した。
3. 界面活性を有さない多糖類分子であっても、多数の分子を集合させてミクロなゲル粒子とすることにより、乳化機能を獲得し得ることを明らかにした。さらに、ゲル粒子の大きさや表面疎水性が、乳化機能の有無や形成した乳化物の安定性に影響することを示した。

以上のように、本論文は、界面科学およびコロイド科学的手法により、植物や微生物由来の分子集合体が乳化作用を有する新たな素材として有用であることを示すとともに、分子集合体の乳化機能の決定には、そのコロイド特性が大きく影響することを明らかにしたものであり、品質評価学、食品加工学、界面科学、コロイド科学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成31年2月21日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降（学位授与日から3ヶ月以内）